

УДК 564.1:551.735.9(517.65)

ДВУСТВОРЧАТЫЕ МОЛЛЮСКИ СЕВЕРО-ВОСТОКА АЗИИ НА РУБЕЖЕ КАРБОНА И ПЕРМИ

© 2019 г. А. С. Бяков^{a, b, *}

^aСеверо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт им. Н.А. Шило ДВО РАН, Магадан, Россия

^bКазанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

*e-mail: abiakov@mail.ru

Поступила в редакцию 15.05.2018 г.

После доработки 06.06.2018 г.

Принята к публикации 15.06.2018 г.

Впервые проанализировано изменение сообществ морских двустворчатых моллюсков в пограничных каменноугольно-пермских отложениях Северо-Востока Азии. Вблизи каменноугольно-пермского рубежа происходит значительное увеличение таксономического разнообразия группы, что, скорее всего, связано с проникновением в Омолонский бассейн ряда теплолюбивых таксонов из более южных акваторий, в связи с кратковременным глобальным эпизодом потепления. Рассмотрено положение границы карбона и перми на Северо-Востоке Азии. Сделано заключение, что в Колымо-Омолонско-Чукотском регионе эта граница расположена, скорее всего, внутри комплексной зоны *Verchojania mirandus* – *Prothyris elongatus*.

DOI: 10.1134/S0031031X1903005X

ВВЕДЕНИЕ

Двустворчатые моллюски, наряду с брахиоподами и мелкими фораминиферами, являются одним из наиболее характерных элементов морских экосистем позднего палеозоя Северо-Востока Азии (Viakov, 2006; Бяков, 2010). Особенно велико значение двустворок для стратиграфии средней и верхней перми, где по ним разработана детальная биостратиграфическая схема, основанная на филогенетической последовательности группы иноцерамоподобных форм (Бяков, 2008). В карбоне и начале перми двустворчатые моллюски еще не были столь многочисленны, как на протяжении остальной пермской истории (Бяков, 2010). Они явно уступали по биомассе брахиоподам, хотя таксономическое разнообразие двустворчатых было вполне сопоставимо с биоразнообразием брахиопод, а иногда и превышало таковое.

В целом в России двустворчатые моллюски пограничных верхнекаменноугольно-нижнепермских отложений очень слабо изучены. Во многом это связано с отсутствием целенаправленных сборов этой группы ископаемых. До последнего времени это касалось и территории Северо-Востока России. По существу, вся информация о двустворчатых моллюсках пограничных каменноугольно-пермских отложений содержится в монографии В.А. Муромцевой (1974), где преимущественно по сборам В.Г. Ганелина описано и

изображено около 10 видов. Позднее некоторые из них вошли в совместную монографию В.А. Муромцевой и В.А. Гуськова (1984). Однако, как оказалось впоследствии, была описана лишь очень небольшая часть позднекаменноугольно-раннепермских представителей этой группы.

Лишь в последние 10–15 лет, в связи с возобновившимися исследованиями разрезов Омолонского массива, содержащих многочисленные и богатые местонахождения позднекаменноугольно-раннепермских двустворчатых, этот пробел стал заполняться (Бяков, 2005, 2009, 2013; Ganelin, Viakov, 2006; Viakov, 2006; Davydov, Viakov, 2015).

Основные разрезы пограничных каменноугольно-пермских отложений на Северо-Востоке Азии расположены на юго-восточной периферии Омолонского, в Верхоянском и в Охотском бассейнах (рис. 1). Однако в последнем бассейне ин-формация о позднекаменноугольно-раннепермских двустворчатых крайне ограничена ввиду труднодоступности разрезов. Имеется лишь указание на присутствие здесь переходных каменноугольно-пермских слоев, содержащих остатки двустворок (Клец, 1995), и отдельные, имеющиеся в коллекциях автора и М.М. Астафьевой, образцы. Поэтому приводимая ниже характеристика комплексов двустворчатых моллюсков основана почти исключительно на разрезах Омолонского, и в гораздо меньшей степени – Верхоянского, бас-



Рис. 1. Расположение основных разрезов пограничных каменноугольно-пермских отложений на Северо-Востоке Азии: 1 – юго-восточное обрамление Омолонского массива, верхнее течение р. Парень; 2 – Западное Верхоянье, верховья р. Дулгалах; 3 – Охотский массив, бассейн р. Нют.

сейнов. Следует особо подчеркнуть уникальность омолонских разрезов: здесь двустворчатые моллюски в карбоне и начале перми принадлежали к доминантам сообществ, чего нет нигде ни в Боральной надобласти, ни в большинстве бассейнов надобласти Тетис.

Важно также отметить, что описываемые ископаемые были собраны в результате послойного изучения разрезов, в которых встречена и другая разнообразная фауна, в первую очередь, гониатиты и брахиоподы, которые наиболее важны для определения возраста изучаемых отложений (Ганелин, 1973, 1984; Кутыгин и др., 2002; Макошин, Кутыгин, 2013).

СОВРЕМЕННОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ГРАНИЦЫ КАРБОНА И ПЕРМИ НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ АЗИИ

Современное положение границы карбона и перми в Международной стратиграфической шкале определяется по первому появлению коно-

донтов *Streptognathodus isolatus* Chernykh, Ritter et Wardlow (Davydov et al., 1998), находки которых не известны на Северо-Востоке Азии. С этим уровнем не связано какое-либо крупное абиотическое или биотическое событие, которое могло бы быть прослежено глобально и, таким образом, явиться дополнительным маркером этой границы.

В отличие от средне- и верхнепермских разрезов Северо-Востока Азии, в которых в настоящее время выявлены многочисленные прослои туфов, и частично датированы выделенные из них цирконы (Davydov et al., 2018 и др.), в пограничных каменноугольно-пермских отложениях туфы пока не обнаружены. Имеющиеся к настоящему времени единичные определения соотношения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, выполненные в Университете Лидса из раковин брахиопод-спириферид хорошей сохранности, имеют несколько заниженные значения (порядка 0.707636 – D. Bond, устн. сообщ.), что требует дополнительного их изучения. Поэтому точное положение границы карбона и пер-

ОСШ		Колымо-Омолон-Чукотский регион		Верхояно-Охотский регион		
Отдел	Ярус	Надгоризонт	Горизонт	Брахиоподовые зоны, подзоны, слои (Решения..., 2009; Макошин, 2016)	Аммоноидеи (Кутыгин, 2015; Кутыгин и др., 2008, 2016)	Горизонт
Приуральский (ниж. часть)	Сакмарский (ниж. часть)	Огонерский (ниж. часть)	Jakutoproductus insignis– Merismopteria permiana	Ammonoidei/конодонты (Кутыгин, Ганелин, 2011; Davydov, Biakov, 2015; Кутыгин и др., 2016)	Jakutoproductus insignis	Эчийский (ниж. часть)
			Uraloceras margaritae, Kolymogiaphryites lazarevi			
Ассельский	Мунугуджакский	Орочский	Verchojania expositus– Euchondria? mira	Hindeodus sp., Streptognathodus sp.	Jakutoproductus lenensis	Хорокытский
			Verchojania mirandus– Prothyris elongatus		Bulunites mezhvilki, Eoasianites maximovae, Svetlanoceras strigosum	
Верхний карбон	Гжелский	Учиннейский	Verchojania monstrosus	Eoshumardites popowi	Jakutopr. protoverchoyanicus	Кыгылтасский
			Verchojania immemorus– Verchojania tumidus		Verchojania tatjanae– Plicatiferina neoplicatilis– Plicatospiriferella costata	
	Verchojania magiveemsis	Verchojania tatjanae– Muirwoodia mammata				
	Verchojania taymyrensis	Eoshumardites lenensis				

Рис. 2. Корреляция пограничных каменноугольно-пермских отложений Колымо-Омолон-Чукотского и Верхояно-Охотского регионов. ОСШ – Общая стратиграфическая шкала.

ми в северо-восточно-азиатских разрезах до сих пор не определено.

Впервые на присутствие на Северо-Востоке Азии переходных каменноугольно-пермских отложений указал Ганелин (1971), который описал непрерывный разрез верхнего карбона – нижней перми на юго-восточном обрамлении Омолонского массива.

Согласно “Решениям ...” (2009), в Колымо-Омолон-Чукотском регионе граница карбона и перми проводится в основании орочского горизонта мунугуджакского регионального надгоризонта (основание комплексной зоны Verchojania mirandus–Prothyris elongatus) (рис. 2). Дополнительными критериями для ограничения возраста этой зоны являются недавние находки касимовских аммоноидей рода Eoshumardites в нижней части подстилающего пареньского надгоризонта верхнего карбона (Ганелин, 2007; Кутыгин и др., 2008, 2016) и раннеаскармарских аммоноидей Uraloceras margaritae Kutygin et Ganelin и Kolymogiaphryites lazarevi Kutygin et Ganelin (Кутыгин, Ганелин, 2011) в перекрывающих отложениях огонерского горизонта.

В Верхояно-Охотском регионе каменноугольно-пермская граница проводится в основании хорокытского горизонта по появлению брахиопод вида Jakutoproductus verkhojanicus (Freder-

icks) и находке в основании горизонта преимущественно позднекаменноугольного рода Prouddenites (Решения ..., 2009). В последнее время Р.В. Кутыгиным сделан ряд важных находок ассельских аммоноидей, принадлежащих родам Bulunites, Eoasianites и Svetlanoceras (Кутыгин, 2015, 2016), которые в совокупности с новыми находками брахиопод рода Jakutoproductus (Макошин, Кутыгин, 2014; Макошин, 2016) позволяют более надежно обосновать эту границу.

Недавно из основания мунугуджакского надгоризонта (основание комплексной зоны Verchojania mirandus – Prothyris elongatus) юго-восточной периферии Омолонского бассейна были получены новые материалы, косвенно подтверждающие примерную правильность такого положения каменноугольно-пермской границы в регионе (Davydov, Biakov, 2015). Обнаружение остатков таких тепловодных организмов, как конодонты, и богатых ископаемых бентосных комплексов, в том числе двустворчатых, среди которых много теплолюбивых форм (см. ниже), позволяет коррелировать это событие с кратковременным эпизодом потепления в Южном полушарии (Davydov et al., 2013). Однако возраст этого события, а вместе с ним и возраст, по крайней мере, части самой нижней брахиоподовой зоны мунугуджакского горизонта в Колымо-Омолонском регионе ско-

рее все же позднекаменноугольный, чем раннепермский. Косвенно об этом свидетельствует и родовой состав двустворчатых моллюсков, среди которых много каменноугольных реликтов (*Pleuroporella*, *Parania*, *Myalina*, *Prothyris*, *Cosmomya*, *Grammysiopsis*, *Sanguinolites*).

Поэтому, если принимать одновозрастность брахиоподовых зон *Insignis* в Колымо-Омолонском регионе и Верхоянье и возможную эквивалентность верхоянской брахиоподовой зоны *Levensis* и колымо-омолонской брахиоподовой зоны *Expositus* (или комплексной зоны *Verchojanian expositus* – *Euchondria? mira*), вероятнее всего, что граница карбона и перми проходит внутри комплексной зоны *Verchojanian mirandus*–*Prothyris elongatus*.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЛЕКСОВ ДВУСТВОРОК ВЕРХНЕГО КАРБОНА–НИЖНЕЙ ЧАСТИ НИЖНЕЙ ПЕРМИ СЕВЕРО-ВОСТОКА АЗИИ

Как уже отмечалось выше, на Северо-Востоке Азии позднекаменноугольно-раннепермские двустворки известны лишь в трех бассейнах – Омолонском, Верхоянском и Охотском.

Комплекс позднекаменноугольных двустворчатых Омолонского бассейна включает представителей 26 родов (с учетом транзитных, не встреченных непосредственно в верхнекаменноугольных отложениях, но известных как из более древних, так и более молодых комплексов). Впервые здесь появляются четыре рода – *Pleuroporella*, *Parania*, *Leptochondria*, *Pyramus*; причем первые три вымирают уже в самом начале перми. Характерно также присутствие представителей родов *Modiolus*, *Kolymopecten*, *Cypricardinia*, *Palaeolima*, *Schizodus*, *Cosmomya*, *Sanguinolites*, *Wilkingia*, *Prothyris*, которые нередко имеют, однако, неважную сохранность, в ряде случаев затрудняющую идентификацию их до вида. По-видимому, в более молодой комплекс не проходят представители родов *Pentagrammysia* и *Tesseratia* [= *Pterinopecten*].

В низах мунугуджакского надгоризонта, которые до сих пор сопоставлялись с основанием пермской системы, происходит резкое обновление таксономического состава комплекса двустворчатых моллюсков. Отмечается появление 27 новых видов и пяти новых родов. Наряду с присутствием значительного числа (17) среднепозднекаменноугольных видов, появляются типично пермские доминанты – представители родов *Astartila*, *Undulomya*, *Dyasmya*, *Myophossa* и *Vorkutella*. Комплекс двустворок нижней комплексной зоны мунугуджакского горизонта насчитывает 43 вида (причем 11 встречены только в этой зоне), относящиеся к 31 роду. Наиболее ха-

рактерен ряд представителей родов *Palaeoneilo*, *Modiolus*, *Myalina*, *Schizodus*, *Pyramus*, *Cosmomya*, *Sanguinolites*, *Wilkingia*, *Prothyris*. Чуть позже появляются два рода – *Stutchburia* и *Euchondria*, а позднее еще четыре рода двустворок: *Merismopteria*, *Omolonopecten*, *Fasciculiconcha* и *Verchojanogrammysia*. В то же время вымирает ряд каменноугольных родов: *Pleurophorella*, *Parania*, *Sanguinolites* и некоторые, в частности, каменноугольные, виды родов *Palaeoneilo*, *Myalina*, *Pyramus*, *Cosmomya*, *Prothyris*, а также род *Vorkutella*. Характерные представители позднекаменноугольно-раннепермских двустворок Омолонского массива показаны на табл. III и IV (см. вклейку). Изображенные двустворки хранятся в музее Северо-Восточного комплексного научно-исследовательского ин-та им. Н.А. Шило ДВО РАН (СВКНИИ), г. Магадан, колл. №№ 02-04.80, 02-06.98, 02-06.99 и 02-06.103, один экземпляр – в Геологическом музее им. А.А. Штуkenберга Казанского (Приволжского) федерального ун-та, г. Казань (КФУ), колл. № 14639.

Позднекаменноугольно-мунугуджакские (кыгылтасско-хорокытско-раннеэчийские) ископаемые сообщества двустворок Верхоянского бассейна менее представительны. Здесь преобладают виды родов *Phestia*, *Wilkingia*, *Myophossa*, *Pyramus*, реже встречаются *Nuculopsis*, *Palaeoneilo*, *Parallelodon*, *Grammysiopsis*, *Cosmomya*, *Praeundulomya*, *Streblopteria*, *Euchondria*, *Palaeolima*, *Kolymopecten*, *Cypricardinia*, *Astartella*, *Parania*, *Sanguinolites* и *Vacunella*. Верхоянские сообщества по систематическому составу мало отличаются от омолонских, но уступают им в биоразнообразии и обилии экземпляров.

Сведения о двустворчатых пограничных пермо-карбонных отложений Охотского бассейна крайне ограничены. А.Г. Клец (1995) упоминает о многочисленных остатках двустворчатых моллюсков, встреченных им совместно с другой разнообразной фауной (ругозы, аулопорида, мшанки, брахиоподы, гониатиты, наутилоидеи, криноидеи и др.). В коллекции автора имеются охотские представители родов *Pteronites*, *Neptunopecten* и *Kolymopecten*, характерных для мелководных сообществ Омолонского бассейна, что позволяет предполагать присутствие в Охотском бассейне довольно разнообразной фауны двустворок, очевидно, аналогичной омолонской, поскольку биогеографическая дифференциация сообществ этого времени была относительно низкой (Biakov, Shi, 2010).

Еще одной характерной особенностью двустворок из пограничных верхнекаменноугольно-нижнепермских отложений является присутствие ряда долгоживущих (со среднего карбона) видов. Это *Phestia kolyvanica* (Muromzeva), *P. ex gr. jamesi* (Biakov), *Palaeolima laticostata* Tschernyschew,

Praeundulomya urbajtisae Muromzeva, *Kolymopecten mutabilis* (Licharew), *Schizodus aff. jakovlevi* Fedotov, *Grammysiopsis omolonicus* Muromzeva, *Astartella omolonica* Muromzeva, *Astartella permocarbonica* (Tschernyschew), *Wilkingia verchojanica* (Muromzeva) и некоторые другие.

НЕКОТОРЫЕ ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ И ПАЛЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ ПОЗДНЕГО КАРБОНА–НАЧАЛА РАННЕЙ ПЕРМИ

Примечательной чертой комплекса двустворчатых моллюсков нижней части мунугуджакского надгоризонта (как и всех среднекаменноугольно-мунугуджакских двустворчатых Северо-Востока Азии) является большое сходство с одновозрастными сообществами Западной (Dickins, 1963; Dickins, Skwarko, 1993) и Восточной (Runnegar, 1969) Австралии, что выражается в присутствии, а в ряде случаев и в преобладании представителей биполярных родов *Merismopteria*, *Pyramus*, *Myophossa*, *Cosmomya*, *Palaeocosmomya*, *Praeundulomya*, *Vacunella*, *Stutchburia*. Также много близких видов среди космополитных родов *Palaeoneilo*, *Phestia*, *Modiolus*, *Cypricardinia*, *Schizodus*, *Solemya*, *Oriocrassatella*, *Astartella*, *Cypricardinia*. Иногда это сходство проявляется даже на видовом уровне, особенно для раннепермских сообществ Западной Австралии, где многие таксоны двустворок имеют своих северо-восточно-азиатских “двойников”. Интересно, что биполярные виды известны и в других группах пермской фауны, в частности, среди мелких фораминифер и гастропод. В то же время, среди северо-восточно-азиатских брахиопод почти не встречаются виды, близкие западноавстралийским; сходство здесь проявлено только на родовом уровне и довольно незначительно: в нижней перми Северо-Востока Азии известно не более 10 общих, преимущественно космополитных, родов (Ганелин, 1977, 1984; Абрамов, Григорьева, 1988; Клец, 2005).

Феномен биполярности до сих пор до конца не понятен. Скорее всего, причины этого явления обусловлены сложным сочетанием параллелизмов в разных группах биоты и разновременных (и разнонаправленных) миграций, нередко наложенных друг на друга (Biakov, 2015). В то же время, в северо-восточно-азиатских сообществах отсутствует такой характернейший гондванский род, как *Eurydesma*, что может косвенно подтверждать значительное более тепловодные условия существования северо-восточно-азиатских двустворок по сравнению с гондванскими.

Еще одной примечательной чертой сообществ позднекаменноугольно-раннепермских двустворок является широкое развитие представителей родов, обитавших в мелководных обстановках

(параллелодоны, шизодусы, астартеллы, стреллоптерии, вакунеллы, пирамусы, ориокрассателлы, солемии и некоторые другие). По своей экологической структуре ископаемые сообщества характеризуются преобладанием биссусно-прикрепленных или свободнoleжащих фильтраторов, обитавших почти исключительно на мелководье, глубины которого не превышали 10–20 м. Вероятно, во многом это связано с почти полным отсутствием глубоководных бассейнов этого времени на Северо-Востоке Азии, которые начали активно развиваться лишь во второй половине ранней перми (Бяков и др., 2005; Biakov, Shi, 2010).

Относительная систематическая и количественная бедность верхоянских сообществ позднекаменноугольно-раннепермских двустворчатых может быть обусловлена, в первую очередь, большей глубоководностью условий обитания фауны и преимущественно глинистым характером грунтов.

УНИКАЛЬНОЕ ИСКОПАЕМОЕ СООБЩЕСТВО КОНЦА ПОЗДНЕГО КАРБОНА ОМОЛОНСКОГО БАССЕЙНА – СВИДЕТЕЛЬСТВО ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА

Во многом таксономическое богатство комплекса двустворчатых комплексной зоны *Verchojaniamirandus* – *Prothyris elongatus* связано с биогермоподобными образованиями, найденными в нижней части зоны на юго-восточном обрамлении Омолонского массива в верхнем течении р. Парень. Таксономическое разнообразие только одного ископаемого сообщества составляет 34 вида двустворчатых моллюсков, относящихся к 24 родам. Преобладают шизодиды (*Schizodus*), астартиды (*Astartella*), протириды (*Prothyris*), некоторые представители авикулопектиноидей (*Streblopteria*), вакунеллин (*Vacunella*), сангинолитин (*Grammysiopsis*, *Cosmomya*), мегадесматид (*Pyramus*).

Особенно примечательно присутствие здесь ряда видов теплолюбивых и умеренно теплолюбивых родов: *Parallelodon*, *Myalina*, *Pteronites*, *Neptunopecten*, *Pseudomonotis*, *Leptochondria*, характерных для акваторий надобласти Тетис (Донбасс, Урал, Северная Америка). Это *Myalina permiana* Meek et Hayden, *Pteronites magnus* Biakov, *Neptunopecten? keyserlingiformis* (Licharew), *Leptochondria simensis* (Licharew), *Kolymopecten mutabilis* (Licharew), *Streblopteria eichwaldi* (Stuckenberg), *S. krasnoufimskensis* Fredericks, *S. englehardti* (Etheridge et Dun), *Pseudomonotis kumpani* Fedotov и ряд других видов этих родов, описанных Д.М. Федотовым (1932) из Донбасса, Б.К. Лихаревым (1927) с Урала и Тимана (Лихарев, 1927) и Ф. Миком и Ф. Хайденом из Северной Америки (Meek, Hayden, 1864). Особенно многочисленны представители рода *Streblopteria*,

насчитывающие 4–5 видов. Обилие стрелоптерий отмечалось для раннепермских рифов Урала и Тимана еще Б.К. Лихаревым (1927).

Теплолюбивый облик сообщества двустворчатых подтверждается большим разнообразием и другой фауны, встреченной в биогерме: гастропод (более 10 видов), брахиопод, мелких фораминифер, скафопод, наутилоидей, криноидей, в том числе и редких остатков конодонтов *Hindeodus* и *Streptognathodus* (Davydov, Biakov, 2015).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, впервые проанализировано изменение сообществ двустворчатых моллюсков в пограничных каменноугольно-пермских отложениях Северо-Востока Азии. Вблизи каменноугольно-пермского рубежа происходит значительное увеличение таксономического разнообразия группы, что, скорее всего, связано с проникновением в Омолонский бассейн ряда теплолюбивых элементов из более южных акваторий в связи с кратковременным глобальным эпизодом потепления.

Рассмотрено положение границы карбона и перми на Северо-Востоке Азии и сделан вывод, что в Колымо-Омолоно-Чукотском регионе эта граница расположена, скорее всего, внутри комплексной зоны *Verchojania mirandus*–*Prothyris elongatus*, несколько выше уровня, на котором фиксируется эпизод глобального потепления.

* * *

Автор искренне признателен В.Г. Ганелину, который впервые обнаружил богатейшие сообщества двустворчатых моллюсков позднего карбона–ранней перми на Омолонском массиве и его юго-восточном обрамлении, и чьи материалы и знания способствовали сбору представительных коллекций этих ископаемых. Автор благодарит Р.В. Кутыгина и В.И. Макошина за консультацию по пограничным каменноугольно-пермским отложениям Верхоянья, а также Т.Б. Леонову, замечания и рекомендации которой способствовали улучшению текста статьи.

Исследования выполнены при поддержке РФФИ, проект № 18-05-00191, а также за счет средств субсидии, выделенной в рамках государственной поддержки Казанского (Приволжского) федерального ун-та в целях повышения его конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Абрамов Б.С., Григорьева А.Д. Биостратиграфия и брахиоподы перми Верхоянья. М.: Наука, 1988. 208 с.

Бяков А.С. Новые виды астартид и фоладомиид (*Bivalvia*) и слои с фауной в нижней перми Омолонского массива // Палеонтол. журн. 2005. № 2. С. 30–37.

Бяков А.С. Новые представления о системе пермских иноцерамоподобных двустворок востока Бореальной зоны // Палеонтол. журн. 2008. № 3. С. 12–23.

Бяков А.С. Новые зональные виды двустворчатых моллюсков из перми Северо-Востока Азии // Вестн. СВНЦ ДВО РАН. 2009. № 4. С. 23–26.

Бяков А.С. Зональная стратиграфия, событийная корреляция, палеобиогеография перми Северо-Востока Азии (по двустворчатым моллюскам). Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2010. 264 с.

Бяков А.С. Новый пермский птеронитес (*Bivalvia*, *Pinnidae*) из нижней перми Омолонского массива (Северо-Восток Азии) // Палеонтол. журн. 2013. № 4. С. 16–19.

Бяков А.С., Прокопьев А.В., Кутыгин Р.В. и др. Геодинамические обстановки формирования пермских седиментационных бассейнов Верхояно-Колымской складчатой области // Отеч. геол. 2005. № 5. С. 81–85.

Ганелин В.Г. Первый непрерывный разрез верхнепалеозойских отложений на Северо-Востоке СССР // Докл. АН СССР. 1971. Т. 200. № 2. С. 415–418.

Ганелин В.Г. Биостратиграфия верхнепалеозойских отложений Колымо-Омолонского массива // Брахиоподы верхнего палеозоя Сибири и Арктики. М.: Наука, 1977. С. 7–18.

Ганелин В.Г. Таймыро-Колымская подобласть // Основные черты стратиграфии пермской системы СССР. Л.: Недра, 1984. С. 111–142.

Ганелин В.Г. Новая региональная стратиграфическая шкала карбона Северо-Востока России // Чтения памяти акад. К.В. Симакова. Тез. докл. всерос. науч. конф. Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2007. С. 52–53.

Клец А.Г. Зоны по брахиоподам, их значение при расчленении и корреляции отложений верхнего палеозоя Южного Верхоянья // Пределы точности стратиграфической корреляции. Тр. XXXVI сессии Всес. палеонтол. об-ва (январь 1990 г., Сыктывкар). М.: ПИН РАН, 1995. С. 37–47.

Клец А.Г. Верхний палеозой окраинных морей Ангариды. Новосибирск: Гео, 2005. 240 с.

Кутыгин Р.В. Первая находка гониатитов рода *Svetlaposeras* на Северо-Востоке Азии // Отеч. геол. 2015. № 5. С. 72–76.

Кутыгин Р.В. Об ассельско-сакмарских аммоноидеях правобережья приустьевой части р. Лены (северо-западная окраина Хараулахского хребта, Северное Верхоянье) // Золотой век российской малакологии. Сб. тр. всерос. науч. конф., посв. 100-летию со дня рождения проф. В.Н. Шиманского. М., Саратов: ПИН РАН – СГТУ, “Кузница рекламы”, 2016. С. 217–224.

Кутыгин Р.В., Будников И.В., Бяков А.С., Клец А.Г. Слои с аммоноидеями пермской системы Верхоянья // Отеч. геол. 2002. № 4. С. 66–71.

Кутыгин Р.В., Будников И.В., Клец А.Г., Перегудов Л.Г. О находке гониатита *Eoshumardites* в кыгылтасской свите Западного Верхоянья // Отеч. геол. 2008. № 5. С. 60–66.

Кутыгин Р.В., Ганелин В.Г., Бяков А.С. Новые находки позднекаменноугольных гониатитов рода *Eoshumardites*

- dites в Колымо-Омолонском регионе и особенности эволюции эошумардитид // Палеонтол. журн. 2016. № 4. С. 31–41.
- Кутыгин Р.В., Ганелин В.Г. Пермские аммоноидеи Колымо-Омолонского региона. Кыринский комплекс // Палеонтол. журн. 2011. № 3. С. 14–24.
- Лихарев Б.К. Верхнекаменноугольные пелециподы Урала и Тимана // Тр. Геол. ком. Нов. сер. 1927. Вып. 164. 140 с.
- Макошин В.И. Новые виды брахиопод рода *Jakutorproductus* из нижней перми Верхоянья // Палеонтол. журн. 2016. № 5. С. 35–41.
- Макошин В.И., Кутыгин Р.В. О выделении слоев с *Jakutorproductus insignis* в нижнепермских отложениях Западного Верхоянья // Вестн. СВФУ. 2013. № 4. С. 31–34.
- Макошин В.И., Кутыгин Р.В. Биостратиграфия и брахиоподы ассельско-сакмарских отложений Кубалахского разреза (низовье р. Лена) // Отч. геол. 2014. № 4. С. 17–21.
- Муромцева В.А. Двустворчатые моллюски карбона Казахстана и Сибири. Л.: Недра, 1974. 150 с. (Тр. ВНИГРИ. Вып. 336).
- Муромцева В.А., Гуськов В.А. Пермские морские отложения и двустворчатые моллюски Советской Арктики. Л.: Недра, 1984. 208 с.
- Решения Третьего межведомственного регионального стратиграфического совещания по докембрию, палеозою и мезозою Северо-Востока России (С.-Петербург, 2002) / Ред. Корень Т.Н., Котляр Г.В. СПб.: ВСЕГЕИ, 2009. 268 с.
- Федотов Д.М. Каменноугольные пластинчатожаберные моллюски Донецкого бассейна // Тр. ВГРО НКТП СССР. 1932. Вып. 103. 241 с.
- Biakov A.S. Permian bivalve mollusks of Northeast Asia // *J. Asian Earth Sci.* 2006. V. 26. № 3–4. P. 235–242.
- Biakov A.S. Permian marine fauna of Northeastern Asia // *Paleontol. J.* 2015. V. 49. № 12. P. 1229–1234.
- Biakov A.S., Shi G.R. Palaeobiogeography and palaeogeographical implications of Permian marine bivalve faunas in Northeast Asia (Kolyma-Omolon and Verkhoyansk-Okhotsk regions, northeastern Russia) // *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.* 2010. V. 298. № 1–2. P. 42–53.
- Davydov V.I., Biakov A.S. Discovery of shallow-marine biofacies conodonts in a bioherm within the Carboniferous-Permian transition in the Omolon Massif, NE Russia near the North paleo-pole: Correlation with a warming spike in the southern hemisphere // *Gondwana Res.* 2015. V. 28. P. 888–897.
- Davydov V.I., Biakov A.S., Schmitz M.D., Silantiev V.V. Radioisotopic calibration of the Guadalupian Series: review and updates // *Earth Sci. Rev.* 2018. V. 176. P. 222–240.
- Davydov V.I., Glenister B.F., Spinosa C. et al. Proposal of Aidaralash as Global Stratotype Section and Point (GSSP) for base of the Permian System // *Episodes.* 1998. V. 21. № 1. P. 11–18.
- Davydov V.I., Haig D.W., McCartain E. A latest Carboniferous warming spike recorded by a fusulinid-rich bioherm in Timor Leste: implications for East Gondwana deglaciation // *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.* 2013. V. 376. P. 22–38.
- Dickins J.M. Permian pelecypods and gastropods from Western Australia // *Bull. Bur. Miner. Res. Geol. Geophys. Australia.* 1963. № 63. 203 p.
- Dickins J.M., Skwarko S.K. Bivalves // *Palaeontology of the Permian of Western Australia* / Ed. Skwarko S.K. Perth, 1993. P. 52–54, 266–283 (*Bull. Geol. Surv. West. Australia.* № 136).
- Ganelin V.G., Biakov A.S. The Permian biostratigraphy of the Kolyma-Omolon region, Northeast Asia // *J. Asian Earth Sci.* 2006. V. 26. № 3–4. P. 225–234.
- Meek F., Hayden F. *Palaeontology of the Upper Missouri: Invertebrates. Pt. I* // *Smithson. Contrib. Knowledge.* 1864. V. 172. № 14. 135 p.
- Runnegar B. The Permian faunal succession in eastern Australia // *Geol. Soc. Australia, Spec. Publ.* 1969. № 2. P. 73–98.

Объяснение к таблице III

Все изображения, кроме специально отмеченных, даны в натуральную величину.

- Фиг. 1. *Palaeoneilo ragenica* Biakov, экз. СВКНИИ № 72/02–06.99, ядро левой створки; южное обрамление Омолонского массива, междуручье Парень – Ирбычан, руч. Олений, т.н. 7177; верхняя часть верхнего карбона – нижняя часть нижней перми, нижняя половина ороцкого горизонта, средняя часть магивеевской свиты; сб. А.Г. Чернявского, 1985 г.
- Фиг. 2. *Phestia jamesi* (Biakov), экз. СВКНИИ № 22/02–06.103, левая створка; юго-восточное обрамление Омолонского массива, верхнее течение р. Парень, обн. 4а; возраст тот же.
- Фиг. 3. *Vorkutella* sp., экз. СВКНИИ № 23/02–06.103, ядро левой створки; местонахождение и возраст те же.
- Фиг. 4. *Phestia undosa* (Mуромцева), экз. СВКНИИ № 24/02–06.103, ядро левой створки, × 1.5; местонахождение и возраст те же.
- Фиг. 5. *Parallelodon bimodoliratus* Dickins, экз. СВКНИИ № 25/02–06.103, ядро правой створки, × 2; Омолонский массив, водораздел руч. Очакчан – Кубака; нижняя пермь, сакмарский ярус, нижняя часть огонерского горизонта, намовская свита; обр. 994/25, колл. Н.В. Попкова, 1985 г.
- Фиг. 6. *Solemya cf. holmwoodensis* (Dickins), экз. СВКНИИ № 26/02–06.103, ядро левой створки; местонахождение и возраст те же, что и у фиг. 2.
- Фиг. 7. *Myalina permiana* Meek et Hayden, экз. СВКНИИ № 1/02–06.103, правая створка, × 4; местонахождение и возраст те же.
- Фиг. 8. *Modiolus* sp., экз. СВКНИИ № 27/02–06.103, ядро правой створки с частично сохранившейся раковиной; местонахождение и возраст те же.
- Фиг. 9. *Palaeolima laticostata* Tschernyschew, экз. СВКНИИ, № 28/02–06.103, ядро правой створки; юго-восточное обрамление Омолонского массива, верхнее течение р. Парень, обн. 15; верхний карбон, касимовский ярус, нижняя часть магивеевской свиты.
- Фиг. 10. *Modiolus cf. koneckii* Dickins, экз. СВКНИИ № 29/02–06.103, ядро правой створки; местонахождение и возраст те же, что и у фиг. 2.

- Фиг. 11. *Lithophaga* sp., экз. СВКНИИ № 30/02-06.103, ядро правой створки, $\times 1.1$; юго-восточное обрамление Омолонского массива, верхнее течение р. Парень, обн. 228-1; нижняя часть нижней перми, верхняя половина орочского горизонта, ассельский ярус, средняя часть магивеевской свиты.
- Фиг. 12, 13. *Pseudomonotis kumpani* Fedotov: 12 — правая створка, экз. СВКНИИ № 11/02-06.103; 13 — левая створка, экз. СВКНИИ, № 12/02-06.103; местонахождение и возраст те же, что и у фиг. 2.
- Фиг. 14. *Streblopteria englehardti* (Etheridge et Dun), правая створка, экз. СВКНИИ № 7/02-06.103; местонахождение и возраст те же.
- Фиг. 15. *Myophossa subarbitrata* (Dickins), экз. СВКНИИ № 47/02-06.103, левая створка; местонахождение и возраст те же.
- Фиг. 16. *Leptochondria simensis* (Licharev), экз. СВКНИИ № 13/02-06.103, левая створка; местонахождение и возраст те же.
- Фиг. 17, 21. *Streblopteria eichwaldi* (Stuckenberg): 17 — экз. СВКНИИ № 4/02-06.103, ядро левой створки; 21 — экз. СВКНИИ, № 5/02-06.103, неполное ядро правой створки; местонахождение и возраст те же.
- Фиг. 18, 19. *Streblopteria krasnoufinskensis* (Fredericks), ядра правых створок: 18 — экз. СВКНИИ № 9/02-06.103, 19 — экз. СВКНИИ, № 8/02-06.103; местонахождение и возраст те же.
- Фиг. 20, 23, 24. *Kolymorecten mutabilis* (Licharew), ядра левых створок: 20 — экз. СВКНИИ № 31/02-06.103; местонахождение и возраст те же, что и у фиг. 2; 23 — экз. СВКНИИ № 32/02-06.103; юго-восточное обрамление Омолонского массива, верхнее течение р. Парень, обн. 4, сл. 7, возраст тот же; 24 — экз. СВКНИИ № 33/02-06.103; местонахождение и возраст те же, что и у фиг. 11.
- Фиг. 22. *Euchondria? mira* (Lobanova), экз. СВКНИИ № 203/02-06.98, ядро левой створки с участками сохранившейся раковины; юго-восточное обрамление Омолонского массива, верхнее течение р. Парень, обн. 18, сл. 26а; возраст тот же, что и у фиг. 11.
- Фиг. 25. *Neptunorecten? keyserlingiformis* (Licharew), экз. СВКНИИ № 14/02-06.103, латексный слепок левой створки; местонахождение и возраст те же, что и у фиг. 2.
- Фиг. 26, 33. *Schizodus aff. tschernjaki* Muromzeva, ядра правых створок: 26 — экз. СВКНИИ № 34/02-06.103; Омолонский массив, р. Мунугуджак, обн. 7, 1999 г., возраст тот же, что и у фиг. 11; 33 — экз. СВКНИИ № 35/02-06.103; местонахождение и возраст те же, что и у фиг. 2.
- Фиг. 27. *Streblopteria* sp. 5, экз. СВКНИИ № 10/02-06.103, ядро левой створки; местонахождение и возраст те же.
- Фиг. 28. *Streblopteria* sp., экз. СВКНИИ, № 6/02-06.103, правая створка; местонахождение и возраст те же.
- Фиг. 29. *Kolymorecten* sp., экз. СВКНИИ № 36/02-06.103, ядро левой створки; Омолонский массив, р. Мунугуджак, руч. Рулон, обн. 12; нижняя пермь, нижняя половина огонерского горизонта, сакмарский ярус, нижняя половина магивеевской свиты.
- Фиг. 30. *Schizodus aff. magnus* Worthen, экз. СВКНИИ № 37/02-06.103, ядро правой створки; Омолонский массив, р. Мунугуджак, обн. 12; возраст тот же.
- Фиг. 31. *Schizodus ex gr. antiquus* Hind, экз. СВКНИИ № 38/02-06.103, ядро правой створки; местонахождение и возраст те же, что и у фиг. 2.
- Фиг. 32. *Pteronites magnus* Biakov, голотип КФУ, № 39/14639, вид со стороны правой створки, $\times 0.6$; Омолонский массив, р. Ледяная, левобережье р. Большая Авлондя; нижняя часть нижней перми, верхняя половина орочского горизонта, ассельский ярус, нижняя часть намовской свиты.

Объяснение к таблице IV

Все изображения, кроме специально отмеченных, даны в натуральную величину.

- Фиг. 1. *Astartella* sp., экз. СВКНИИ № 39/02-06.103, ядро правой створки; юго-восточное обрамление Омолонского массива, верхнее течение р. Парень, обн. 4а; верхняя часть верхнего карбона — нижняя часть нижней перми, нижняя половина орочского горизонта, средняя часть магивеевской свиты.
- Фиг. 2. *Astartella permocarbonica* Tschernyschew, экз. СВКНИИ № 40/02-06.103, ядро правой створки; местонахождение и возраст те же.
- Фиг. 3. *Sanguinolites lukjanovae* Muromzeva, экз. СВКНИИ № 41/02-06.103, ядро левой створки; юго-восточное обрамление Омолонского массива, верхнее течение р. Парень, обн. 228-1; нижняя часть нижней перми, верхняя половина орочского горизонта, ассельский ярус, средняя часть магивеевской свиты.
- Фиг. 4, 6, 7, 9. *Parenia parenica* Biakov: 4 — экз. СВКНИИ № 42/02-06.103, ядро левой створки; юго-восточное обрамление Омолонского массива, верхнее течение р. Парень, обн. 6, сл. 1; возраст тот же, что и у фиг. 1; 6 — экз. СВКНИИ № 43/02-06.103, ядро правой створки; местонахождение и возраст те же; 7 — голотип СВКНИИ № 44/02-06.103, ядро левой створки; местонахождение и возраст те же; 9 — экз. СВКНИИ, № 45/02-06.103, ядро правой створки; местонахождение и возраст те же.
- Фиг. 5. *Pleurophorella* sp., экз. СВКНИИ № 46/02-06.103, ядро правой створки; местонахождение и возраст те же.
- Фиг. 8. *Astartella omolonica* Muromzeva, экз. СВКНИИ № 48/02-06.103, ядро правой створки с частично сохранившейся раковинной; местонахождение и возраст те же.
- Фиг. 10. *Stutchburia ex gr. costata* (Morris), экз. СВКНИИ № 49/02-06.103, ядро правой створки; Омолонский массив, левобережье р. Большая Авлондя; нижняя часть нижней перми, верхняя половина орочского горизонта, ассельский ярус, нижняя часть намовской свиты.
- Фиг. 11. *Pyrampus aff. aenigmaeformis* Biakov, экз. СВКНИИ № 50/02-06.103, ядро правой створки; местонахождение и возраст те же, что и у фиг. 1.
- Фиг. 12. *Pyrampus aenigmaeformis* Biakov, голотип СВКНИИ, № 51/02-06.103, ядро правой створки; юго-восточное обрамление Омолонского массива, верхнее течение р. Парень, обн. 228-2; нижняя часть нижней перми, верхняя половина орочского горизонта, ассельский ярус, средняя часть магивеевской свиты.
- Фиг. 13. *Oriocrassatella victori* Biakov, голотип СВКНИИ № 3/02-04.80, ядро левой створки с частично сохранившейся раковинной; Омолонский массив, левобережье р. Мунугуджак, руч. Рулон, обн. 12; нижняя пермь, нижняя половина огонерского горизонта, сакмарский ярус, нижняя половина мунугуджакской свиты.

- Фиг. 14, 25. *Wilkingia?* sp.: 14 — экз. СВКНИИ № 52/02-06.103, деформированное ядро раковины, вид со стороны левой створки; юго-восточное обрамление Омолонского массива, верхнее течение р. Парень, обн. 46; возраст тот же, что и у фиг. 12; 25 — экз. СВКНИИ № 53/02-06.103, неполное ядро раковины, вид со стороны левой створки; местонахождение и возраст те же, что и у фиг. 1.
- Фиг. 15. *Undulomya folkensis* Biakov, голотип СВКНИИ № 100/02-04.80, ядро левой створки; Омолонский массив, руч. Фольк, приток р. Мунугуджак, обн. 8, сл. 5; возраст тот же, что и у фиг. 13.
- Фиг. 16. *Pugamus nelliae* Biakov, голотип СВКНИИ, № 6/02-04.80; местонахождение и возраст те же, что и у фиг. 15.
- Фиг. 17. *Prothyris elongatus* Biakov, голотип СВКНИИ № 1/02-06.103, ядро левой створки с частично сохранившейся раковинной; местонахождение и возраст те же, что и у фиг. 1.
- Фиг. 18. *Vacunella* sp., экз. СВКНИИ № 54/02-06.103, ядро левой створки; местонахождение и возраст те же, что и у фиг. 15.
- Фиг. 19. “*Permophorus*” sp., экз. СВКНИИ № 55/02-06.103, ядро правой створки; местонахождение и возраст те же, что и у фиг. 13.
- Фиг. 20. *Wilkingia* aff. *abramovi* Muromzeva, экз. СВКНИИ № 56/02-06.103, ядро левой створки; местонахождение и возраст те же, что и у фиг. 15.
- Фиг. 21. *Muorhossa?* sp., экз. СВКНИИ № 57/02-06.103, левая створка; юго-восточное обрамление Омолонского массива, верхнее течение р. Парень, обн. 17, сл. 2; нижняя часть нижней перми, ороцкий горизонт, асельский ярус, магивеевская свита.
- Фиг. 22, 23. *Cosmomya* sp.: 22 — экз. СВКНИИ № 58/02-06.103, неполное ядро правой створки; 23 — экз. СВКНИИ № 59/02-06.103, ядро левой створки; местонахождение и возраст те же, что и у фиг. 1.
- Фиг. 24. *Vacunella praescurvata* Astafieva-Urbajtis, экз. СВКНИИ, № 60/02-06.103, ядро левой створки; местонахождение и возраст те же.
- Фиг. 26. *Pentagramyssia* sp., экз. СВКНИИ № 61/02-06.103, латексный слепок с неполного ядра левой створки; юго-восточное обрамление Омолонского массива, верхнее течение р. Парень, обн. 15, сл. 8г; верхний карбон, касимовский ярус, низы магивеевской свиты.
- Фиг. 27. *Vacunella curvata* (Morris), экз. СВКНИИ № 62/02-06.103, ядро правой створки; местонахождение и возраст те же, что и у фиг. 1.
- Фиг. 28. *Grammysiopsis omolonicus* Muromzeva, экз. СВКНИИ, № 62/02-06.103, ядро правой створки; местонахождение и возраст те же.

Bivalves of Northeast Asia on the Carboniferous-Permian Transition

A. S. Biakov

For the first time the change of marine bivalve communities on the Carboniferous-Permian transition of Northeast Asia is analyzed. Near the Carboniferous-Permian boundary, there is a significant increase in the taxonomic diversity of the group, which is most likely due to the invasion of a number of thermophilic elements from the more southerly water areas into the Omolon basin in connection with the short-term global warming episode. The position of the Carboniferous-Permian boundary in Northeast Asia is considered and it is concluded that in the Kolyma-Omolon-Chukchi region this boundary is most likely located within the *Verchojania mirandus*–*Prothyris elongatus* complex zone.

Keywords: Carboniferous-Permian boundary, taxonomic diversity, Omolon massif, Verkhoyansk region, Okhotsk massif, Northeast Asia

Таблица III



